

Pavimento - determinação das deflexões pela viga Benkelman

Norma rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 024/94
p. 01/06

RESUMO

Este documento, que é uma norma técnica, trata da determinação de deflexões em pavimento rodoviário com aplicação da viga Benkelman, visando ao conhecimento da capacidade estrutural de pavimento. Prescreve como medir e calcular as deflexões; apresenta esquema da viga, da carga aplicada e o posicionamento dos equipamentos para as medições.

ABSTRACT

This document presents the procedure for determination of the pavement deflection by means of the Benkelman beam. It prescribes the apparatus, deflection calculations and conditions for the obtention of results.

SUMÁRIO

- 0 Apresentação
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Aparelhagem
- 5 Execução do Ensaio
- 6 Resultados

Anexo normativo

0 APRESENTAÇÃO

Esta Norma decorreu da necessidade de se adaptar, quanto à forma, a DNER-ME 024/87 à DNER-PRO 101/93, mantendo-se inalterável o seu conteúdo técnico.

Macrodescriptores MT: restauração, revestimento da rodovia, recapeamento, pavimentação, método de ensaio, norma, camada do pavimento

Microdescriptores DNER: pavimentação, pavimento, viga benkelman, recapeamento, dimensionamento do pavimento, deformação

Palavras-chave IRRD/IPR: pavimento (2955), recapeamento (2991), pista de rolamento (2992), deflexão (5586), viga benkelman (6105), ensaio (6522)

Descriptores SINORTEC: ensaio de compactação do solo, ensaio de deflexão, pavimentos de estradas

Aprovada pelo Conselho de Administração em 08/05/75

Resolução n° 890/78 Sessão n° CA/ 16/78

Processo n° 20100021524/75-4

Autor: DNER/DrDTc (IPR)

Adaptação da DNER-ME 024/87 à DNER-PRO 101/93,
aprovada pela DrDTc em 13/04/94.

1 OBJETIVO

Esta Norma prescreve o método de ensaio para a determinação das deflexões em pavimentos rodoviários pela viga Benkelman.

2 REFERÊNCIAS

2.1 Norma complementar

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

DNER-PRO 175/94 - Aferição de viga Benkelman.

2.2 Referência bibliográfica

No preparo desta Norma foram consultados os seguintes documentos:

- a) DNER-ME 024/87, designada Determinação das deflexões no pavimento pela viga Benkelman;
- b) Viga Benkelman - Instrumento auxiliar do engenheiro de conservação. Autor: Eng^o Francisco Bolivar Lobo Carneiro, DER-RJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1966.

3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma, são adotadas as seguintes definições:

3.1 Viga Benkelman

Aparelho destinado a medir deflexões em pavimentos.

3.2 Eixo de carga

Eixo do veículo de prova que transmite ao pavimento o peso da carga de ensaio.

3.3 Trilha externa

Faixa do pavimento que suporta normalmente as rodas diretas dos veículos que por ela transitam.

4 APARELHAGEM

4.1 A aparelhagem é constituída do seguinte:

- a) Viga Benkelman, constituída de um conjunto de sustentação em que se articula uma alavanca interfixa, formando dois braços cujos comprimentos a e b obedecem as relações de 2/1, 3/1 ou de 4/1, conforme Figura 1 em anexo. A extremidade do braço maior contém a ponta de prova da viga. A extremidade do braço menor aciona um extensômetro com precisão de 0,01 mm. Possui um pequeno vibrador destinado a evitar eventuais inibições do ponteiro do extensômetro e dispõe de uma trava de proteção a ser utilizada por ocasião do transporte. É inteiramente revestida com isopor, quando não em uso;
- b) caminhão com 8,2 tf de carga no eixo traseiro, simetricamente distribuída em relação às rodas. Pode ser usada carga por eixo diferente da indicada, quando julgado conveniente. O eixo traseiro é simples e com roda dupla;

- c) pneus com as dimensões 1 000 x 20 ou 900 x 20, com 12 lonas, tipo “com câmara” e com frisos na faixa de rodagem, calibrados à pressão 0,56 MPa (5,6 kgf/cm² ou 80 lb/pol²);
- d) calibrador para medir a pressão dos pneus.

5 EXECUÇÃO DO ENSAIO

5.1 A viga para ser usada deve ser previamente aferida, conforme DNER-PRO 175/94 (ver 2.1).

5.2 Localização dos pontos

Os pontos do pavimento em que devem ser medidas as deflexões devem ser convenientemente marcados e estarem localizados a uma distância prefixada da borda do revestimento, de acordo com a tabela a seguir:

Tabela-Localização dos pontos

Largura da faixa de tráfego (m)	Distância da borda do revestimento (m)
2,70	0,45
3,00	0,60
3,30	0,75
3,50 ou mais	0,90

5.3 Posicionamento do caminhão

Um dos conjuntos de rodas duplas traseiras do caminhão deve ser centrado sobre o ponto selecionado na trilha externa, conforme Tabela indicada no item 5.2. O eixo de carga do caminhão deve ficar perpendicular ao eixo da pista de rolamento.

5.4 Posicionamento da viga Benkelman

5.4.1 A ponta de prova da Viga Benkelman deve ser entre os pneus da roda dupla, coincidindo com o ponto selecionado.

5.4.2 O perfeito posicionamento da ponta da viga, na vertical do eixo traseiro, deve ser assegurado por meio de um sistema de referência, relacionando a posição da viga à do caminhão, conforme Figura 2 em anexo.

5.4.3 A trava da Viga Benkelman deve ser liberada.

5.4.4 O pé traseiro da viga deve ser ajustado de modo que o extensômetro fique, aproximadamente, a meio curso.

5.5 Leitura inicial

Ligado o vibrador, faz-se a leitura inicial (L_o), quando o extensômetro indicar movimento igual ou menor que 0,01 mm/min, ou decorridos 3 minutos da ligação do vibrador.

5.6 Leitura final

O caminhão deve ser deslocado lentamente, pelo menos 10 metros para a frente, após o que se faz leitura final (L_f), quando o extensômetro indicar movimento igual ou menor que 0,01 mm/min, ou decorridos 3 minutos após o caminhão sair da posição original.

5.7 Transporte da viga

Desligado o vibrador, a parte móvel da viga deve ser travada, após o que pode ser transportada para novo ponto.

5.8 Raio de curvatura

Para determinar o raio de curvatura da bacia de deformação, faz-se uma leitura adicional, para isso deslocando o eixo das rodas duplas do caminhão 25 cm à frente do ponto de prova do pavimento.

6 RESULTADOS

6.1 Cálculo das deflexões

6.1.1 A deflexão do pavimento no ponto de prova é calculada por meio da fórmula:

$$D_o = (L_o - L_f) a/b$$

onde:

D_o - deflexão real ou verdadeira, em centésimos de milímetro;

L_o - leitura inicial, em centésimos de milímetro;

L_f - leitura final, em centésimos de milímetro;

a e b - dimensões da Viga Benkelman - Figura 1 em anexo.

6.1.2 O raio de curvatura da bacia de deformação no ponto de prova é calculado por meio da fórmula:

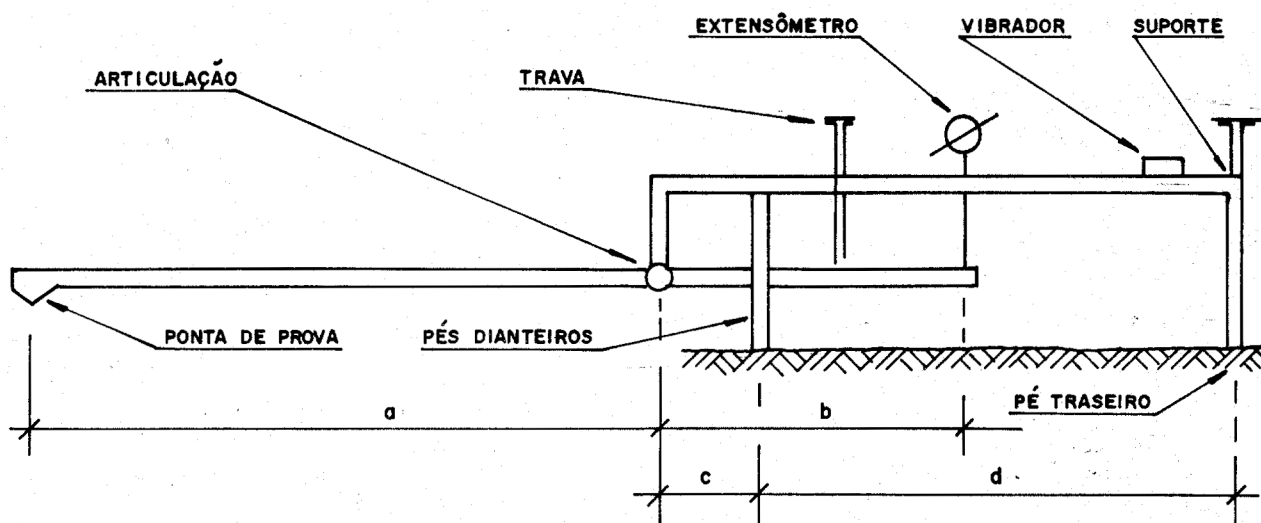
$$R = \frac{6250}{2(D_o - D_{25})}$$

onde:

R - raio de curvatura, em metros;

D_o - deflexão real ou verdadeira, em centésimos de milímetro;

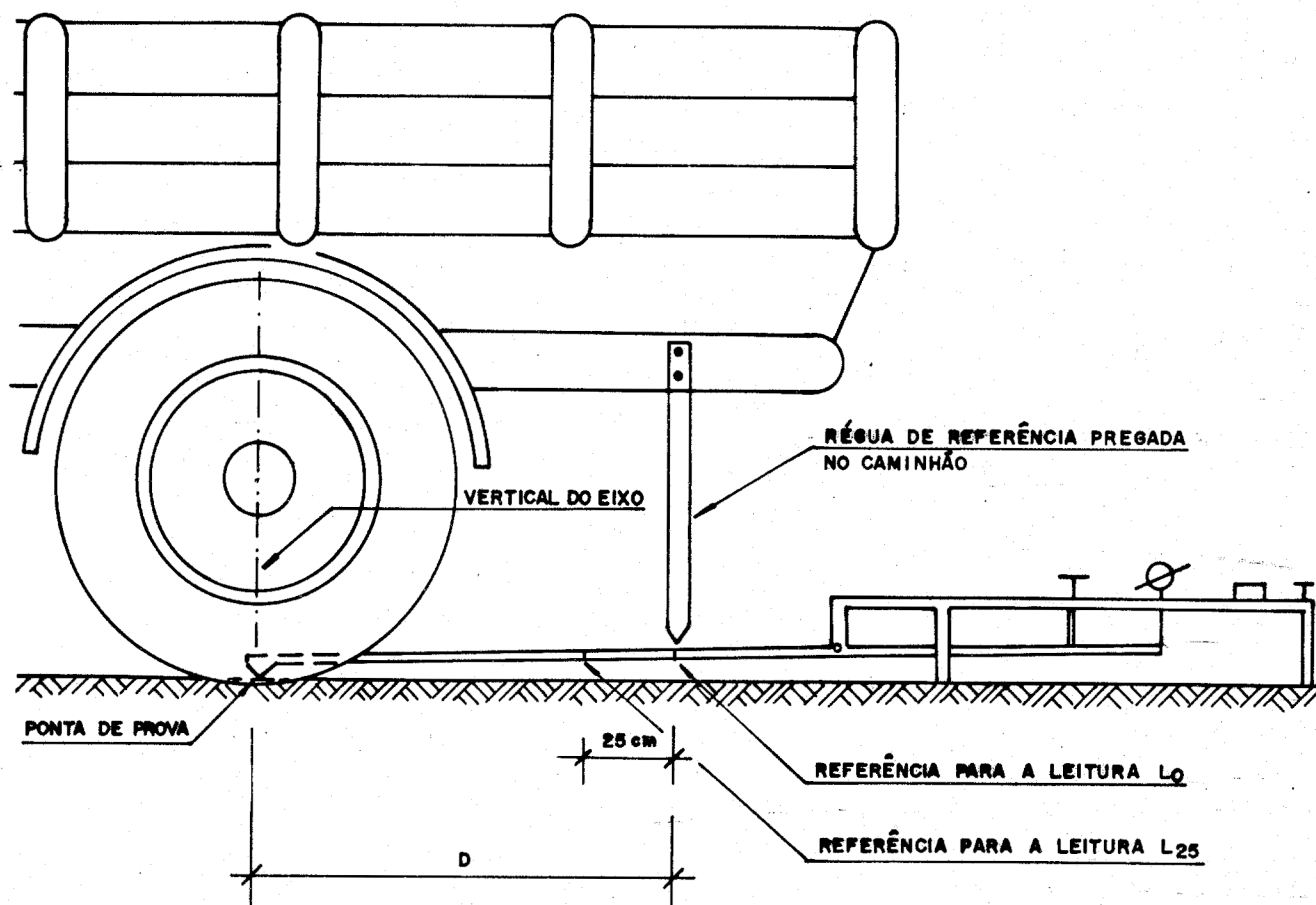
D_{25} - deflexão a 25 cm do ponto de prova, em centésimos de milímetro.



- (a) - DISTÂNCIA ENTRE A ARTICULAÇÃO E A PONTA DE PROVA
- (b) - DISTÂNCIA ENTRE O EXTENSÔMETRO E A ARTICULAÇÃO
- (c) - DISTÂNCIA ENTRE A ARTICULAÇÃO E OS PÉS DIANTEIROS
- (d) - DISTÂNCIA ENTRE OS PÉS DIANTEIROS E O PÉ TRASEIRO

NOTA : A DISTÂNCIA (a) DEVE SER MAIOR OU IGUAL A 244 cm

FIGURA 1 - ESQUEMA DA VIGA BENKELMAN



- Ⓛ - DISTÂNCIA MARCADA SOBRE O BRAÇO MAIOR DA VIGA BENKELMAN DE FORMA QUE, AO SE FAZER COINCIDIR A REFERÊNCIA PARA A LEITURA L₀ COM A PONTA DA RÉQUA DE REFERÊNCIA, A PONTA DE PROVA ESTARÁ COLOCADA NA VERTICAL DO EIXO DO CAMINHÃO

FIGURA 2 - ESQUEMA DO SISTEMA DE REFERÊNCIA NA VISA E NO CAMINHÃO